

螺紋銑切基礎

列維茨基著



机械工业出版社

螺紋銑切基礎

列維茨基著

裘孔光、潘爽蓀、侯敏合譯



机械工業出版社

1956

出版者的話

本書是研究利用組合銑刀銑切短螺紋，利用圓盤銑刀銑切螺紋以及高速銑切螺紋的問題，敘述工藝過程以及所用的切削工具、夾具、螺紋銑床及其調整的方法，並列舉選擇切削用量的數據。此外，還介紹了機器制造中所应用的螺紋类型和結構及其檢驗方法。

本書是給螺紋銑工、螺紋銑床的調整工和工長們作參考的。

苏联 М. Я. Левицкий 著 'Основы резьбофрезерования'
(Машгиз 1953 年第 1 版)

* * *

NO. 0606

1956 年 11 月第一版 1956 年 11 月第一版第一次印刷

850 × 1168¹/₃₂ 字數 120 千字 印張 4¹²/₁₆ 0.001—6.000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(10) 0.90 元

目 次

序言	5
一 螺紋的構造和类型	7
螺紋的基本要素	7
螺紋的类型	9
公制緊固螺紋	14
梯形螺紋	18
二 螺紋的銑切法	21
關於螺紋銑切过程的基本概念	21
切削速度和進給量的決定	24
三 用組合銑刀的螺紋銑切法	26
螺紋的銑切过程	26
可銑螺紋的类型	28
工件的裝夾法	31
銑刀的裝夾法	34
螺紋的行星式銑切法	35
用組合銑刀的螺紋銑切法的合理应用范围	38
四 組合銑刀	40
組合銑刀的类型	40
圓柱組合銑刀	40
組合銑刀的齒形	44
錯齒組合銑刀	48
刃磨的前角	49
組合銑刀的材料	50
組合銑刀的刃磨	50
五 用組合銑刀銑切螺紋时，合理切削用量的選擇	53
銑刀直徑的選擇	53
進給量的選擇	55
切削速度及銑刀轉數的選擇	59
每分鐘的進給量及工件旋轉速度的計算	66

六 銑切短螺紋的螺紋銑床	67
金屬切削機床的傳動系統及齒輪的傳動比	67
563 型螺紋銑床	70
具有雙螺旋齒模的螺紋銑床	84
5M5B62型螺紋銑床	88
自動螺紋銑床	89
七 用圓盤銑刀的螺紋銑切法	94
用圓盤銑刀的螺紋銑切過程	94
圓盤螺紋銑刀	99
561 型螺紋銑床	101
八 螺紋的高速銑切法	105
螺紋的高速銑切過程	105
機床及夾具	111
切削工具	118
螺紋高速銑切用量	124
九 螺紋質量的檢查	127
緊固螺紋的檢查	127
梯形螺紋的檢查	132

序 言

實現偉大的、發展國民經濟的斯大林計劃，需要充分利用近代的先進技術和生產方法，普遍推廣生產革新者的經驗。

在戰後的年代里，我國的機器製造工業獲得顯著的成就：除建立並掌握了製造更為完善的新機器外，在我們的工廠里還廣泛採用了新的生產組織方法，改進的加工方式，具有高度生產效率的工藝過程，例如金屬的高速切削法等等。

螺紋銑切法因為它的高度生產率和工藝過程中的經濟性，已在工業中普遍推廣，尤其是在重要的工業部門：如汽車拖拉機製造與機床製造工業中。

近幾年來，螺紋銑切法有了進一步的發展：制出了新式而更為完善的半自動和自動螺紋銑床，推行了特种螺紋的銑切方法，改進了螺紋銑刀的構造和製造工藝。蘇聯的工程師們研究出螺紋的高速銑切方法（旋風銑切法），這種方法現在已為許多先進的斯達哈諾夫工作者普遍採用，使勞動生產率提高了數倍。

作者在本書內力求把國內一些工廠關於螺紋銑切問題上的文獻材料和經驗作一個總括。

書中敘述了機器製造業中所應用的螺紋的類型及結構，並討論了銑切螺紋的基本方法：利用組合銑刀銑切短螺紋，利用圓盤銑刀銑切螺紋及高速銑切螺紋，同時敘述了合理採用各種銑切方法的條件。

在敘述用組合銑刀和圓盤銑刀銑切螺紋的各章中，敘說了這些方法的實質，工件的裝夾方法，組合銑刀的構造、裝夾和刃磨，並列舉了選擇切削用量和計算銑刀與工件轉速的數據，說明了應用最為普遍的螺紋銑床的結構和它的調整方法。螺紋的高速銑切法自成一章，其中除敘述了特种機床外，還說明了利用車床及普

通螺紋銑床來進行高速銑切螺紋的方法，列舉了各工廠所用的夾具和刀具的構造以及先進的斯達哈諾夫工作者所達到的切削用量的數據。

書末述及在生產中檢驗螺紋質量的問題。

本書目的是幫助工人，工長和調整工們更深入地去研究螺紋銑切的方法。

作者的老師羅尼科（С.С.Рудник）教授和普利斯（Г.А.Прейс）副教授在編著本書時曾給以極有價值的指導，又席伐依（А.В.Сивай）副教授在本書編輯中費力不少，作者謹致以深切的感謝。

一 螺紋的構造和类型

螺紋的基本要素

螺旋綫是一切螺紋的基礎：假使把直角三角形 ABC (圖1) 卷繞在圓柱體上，使它的底邊 AB 和圓柱體的底面相齊，那末三角形的斜邊 AC 在圓柱體上就會形成一條螺旋綫。在環繞圓柱體一周后，螺旋綫沿軸綫上升的高度稱為螺距 S 。螺旋綫的升角等於斜邊 AC 和底邊 AB 的夾角 α 。 α 角用下法計算：圓周長度等於直徑乘以 π 或 3.14。假使底邊 AB 的長度等於圓柱體的圓周的長度即等於 πd ，那末對邊 BC 就等於螺旋綫的螺距 S 。在直角三角形里面， α 角的正切等於對邊和鄰邊的比，即

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{S}{\pi d}。$$

因之，螺旋綫升角的正切就等於它的螺距和周長的比。知道了 $\operatorname{tg} \alpha$ 的值后，就可按三角函數表求出角度本身的值。

假定有某一個平面圖形，例如梯形 $ABCD$ (圖2)，位於通過圓柱

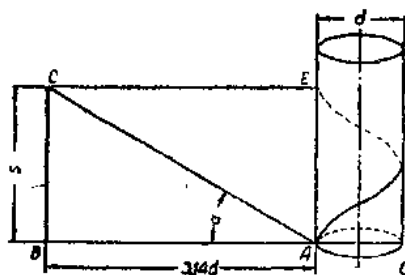


圖1 螺旋綫的形成。

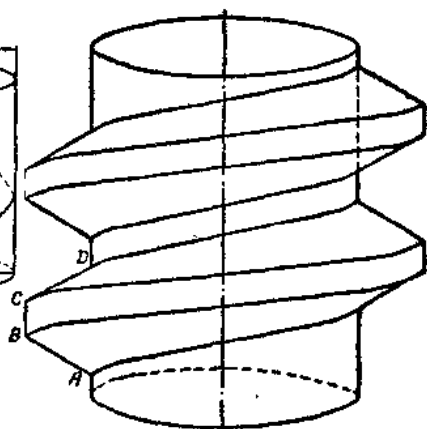


圖2 螺旋突出部分的形成。

体軸綫的一平面內，將它沿着螺旋綫移动，而使它的一边总是和圓柱体相接触，那末这个圖形就会描繪出螺旋的突出部分，就是螺旋。

根据形成螺旋的圖形形狀的不同，螺旋可分为三角形螺旋，梯形螺旋，方形螺旋，鋸齒形螺旋或半圓形螺旋。

根据螺旋綫的方向，螺旋分为右旋和左旋两种（圖3）。凡是螺旋綫自左向右升高的称为右旋螺旋。当旋入右旋螺旋的螺釘或旋上具有右旋螺旋的螺母时，要依順时針方向旋轉。左旋螺旋的螺旋綫則自右向左升高，因此，旋入左旋螺旋的螺釘或旋上左旋螺旋的螺母时，則依反时針方向旋轉。

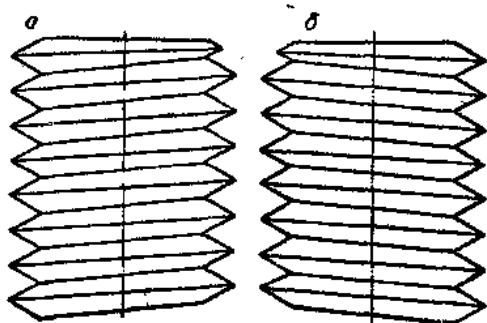


圖3 螺旋綫方向不同的螺旋：
a—右旋；b—左旋。

上述形成螺旋的平面圖形如只沿一条螺旋綫移动，这样形成的螺旋称为單头螺旋。單头螺旋在机器制造业中应用最廣，但除此以外，也有用多头螺旋的（圖4），这种螺旋是由若干單独的螺旋綫，依次地繞在圓柱体上。如把圓柱体的底面分成几个相等的部分，再从每一分点切制螺旋綫，即得到多头螺旋。

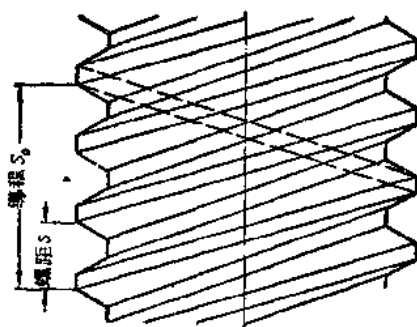


圖4 三头螺旋。

螺釘旋轉一周后，沿圓柱体軸心量得的螺旋綫上升高度称为螺旋的導程。單头螺旋的螺旋綫的導程和螺距相等。多头螺旋的相鄰两个螺旋之間的距离称为螺距（圖4）。多头螺旋的導程

螺釘旋轉一周后，沿圓柱体軸心量得的螺旋綫上升高度称为螺旋的導程。單头螺旋的螺旋綫的導程和螺距相等。多头螺旋的相鄰两个螺旋之間的距离称为螺距（圖4）。多头螺旋的導程

等於螺距乘以螺旋綫的數目，即

$$S_0 = iS,$$

式中 S_0 ——螺紋的導程；

S ——螺距；

i ——螺旋綫數目。

除了圓柱螺紋外，還採用圓錐螺紋。這一種螺紋的螺旋綫不是切制在圓柱體上，而是切制在圓錐體上的。

圓柱螺紋的主要尺寸是（圖 5）： d_0 ——外徑； S ——螺距； d_1 ——內徑； d_{cp} ——中徑； β ——螺紋角； α ——螺紋升角。

中徑 d_{cp} 是一個想像圓柱體的直徑，這個想像圓柱體的表面穿過螺紋的截面，使所切的螺紋的寬度等於在螺紋溝槽處的寬度，也就是螺距的一半。大多數螺紋（斜方螺紋除外）的中徑 d_{cp} 照下式計算：

$$d_{cp} = \frac{d_0 + d_1}{2}。$$

螺旋綫的升角 α 從 $\tan \alpha$ 等於螺距 S 和圓周長度 πd 之比的這一關係決定。決定螺紋升角時，要以中徑為根據。因之，

$$\tan \alpha = \frac{S}{\pi d_{cp}}。$$

計算多頭螺紋的升角時，這個公式里面的螺距 S 用等於 iS 的螺紋導程 S_0 代替。

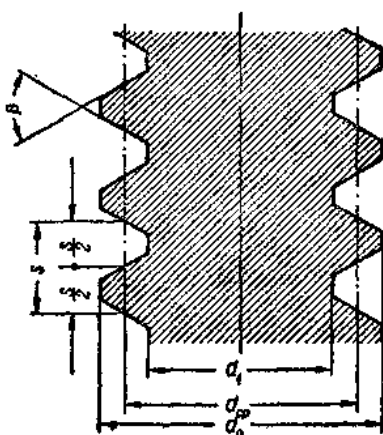


圖 5 螺紋的主要尺寸：

d_0 ——外徑； d_1 ——內徑； d_{cp} ——中徑；

S ——螺距； β ——螺紋角。

螺紋的類型

在機器製造業中採用的幾種主要螺紋類型如下：（1）緊固

螺紋；(2) 管螺紋；(3) 傳動螺紋；(4) 斜方螺紋；(5) 圓形螺紋；(6) 圓錐螺紋。

緊固螺紋用以連接單獨的零件和機器上的部件。緊固螺紋(圖3)具有三角形的牙形和不大的升角。緊固螺紋的尺寸範圍很廣。標準中規定有從儀器製造業中所用的直徑為1公厘、螺距為0.2公厘的螺紋起，一直到直徑為600公厘的螺紋止。緊固螺紋的長度一般不超過直徑的2~3倍，但直徑較大而螺距小的螺紋(細螺紋)，它的長度常較直徑小。右旋螺紋應用得最廣。左旋螺紋僅在個別情形中應用，例如由於相鄰迴轉零件的摩擦力引起螺母的鬆動而必須防止的情形，或者如拉緊螺桿，其兩端各為右旋和左旋的螺紋。

蘇聯通用標準中有公制螺紋和英制螺紋的規定。公制螺紋的螺距用公厘來表示，英制螺紋則用每吋長度中的螺紋扣數表示。公制螺紋和英制螺紋的區別除了螺距以外，還有牙形的不同(圖6)。公制螺紋的牙形是等邊三角形，因此，螺紋角為 60° 。英制螺紋的牙形則是等腰三角形，螺紋角為 55° 。此外，公制螺紋的螺栓的螺紋內徑比螺母的螺紋內徑要小，所以螺栓和螺母旋合時，螺母的牙頂和螺栓的牙底之間有間隙。在英制螺紋中，螺紋的頂和底面都有這種間隙。

在蘇聯，製造新機器時必須採用公制螺紋，因此，它們得到廣泛應用。英制螺紋僅在配制以前所制的機器备件時始可採用。

管螺紋實際上是三角形緊固螺紋中的一種。它和一般緊固螺

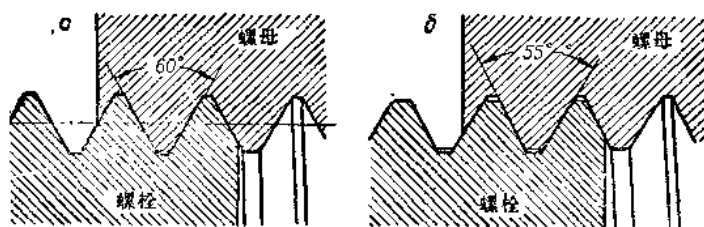


圖6 緊固螺紋的牙形：
a—公制螺紋；b—英制螺紋。

紋的差別在於螺距小而相應地深度也小。管螺紋的公稱直徑習慣上用管子的內徑表示。管螺紋的外徑比它的公稱直徑（管子的內徑）要大兩個管壁厚度。

圓柱管螺紋已由蘇聯通用標準 OCT 266 標準化，牙頂和牙底或者削平（圖 7a），或者做成圓角（圖 7б）。這兩種牙形的螺紋都是互換的，就是說牙頂削平的管子接頭可以旋到圓角螺紋的管子上，相反亦然。

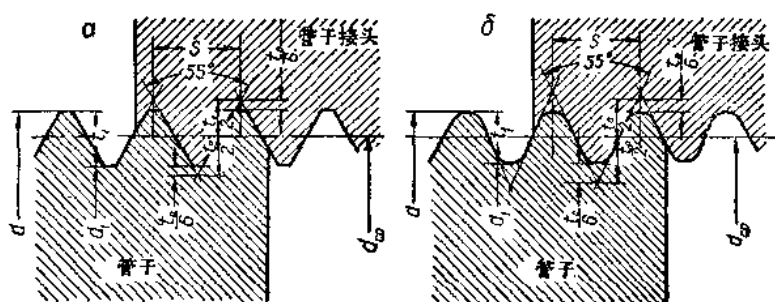


圖 7 管螺紋的牙形：

a—牙頂和牙底削平；б—牙頂和牙底做成圓角。

傳動用的螺紋有兩種類型：方形的（圖 8a）和梯形的（圖 8б）。這種螺紋的長度和緊固螺紋不同，大多要超出直徑的好幾倍。

車床和其他金屬切削機床上的絲槓可以作為應用這類螺紋的例子。

方形螺紋有許多缺點，其中最重要的是製造上的複雜性。這

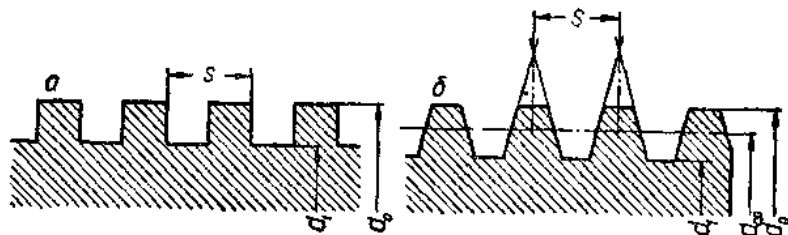


圖 8 傳動用的螺紋牙形：

a—方形的；б—梯形的。

种螺紋难以用刀具來切削，而且完全不可能銑切和磨制，因此，現在方形螺紋已几乎全被梯形螺紋代替。

方形螺紋和梯形螺紋相比較，它的优点是摩擦耗損小。因此方形螺紋用在傳遞巨大力量的機構上，例如螺旋压床。

方形螺紋沒有标准化。梯形螺紋已由苏联通用标准加以規定（OCT 2409, 2410, 2411），一共有三种螺紋：粗螺紋，普通螺紋和細螺紋。

斜方螺紋用在制造承受單向負荷的零件，即零件所承受的負荷只在一个方向上作用时採用。例如，千斤頂的螺絲即為这类零件。

斜方螺紋或称鋸齒形螺紋，它的牙形如圖9所示。牙形承受負荷的一面和螺紋中心綫的垂直綫成 3° 角，这样可使螺紋的制造过程容易，並能用銑切法来制造。螺紋牙形的另一面成 30° 角。螺紋的底部成圓角，用来增加它的强度（受負荷零件的銳角处有所謂应力集中的地方，可使零件減弱）。

苏联通用标准
中（OCT 7739,
7740 和 7741）規
定有三种螺紋：普
通螺紋，粗螺紋和
細螺紋，直径从 10
到 650 公厘。

圓形螺紋主要
用於由薄片材料拉
制成的零件上，像

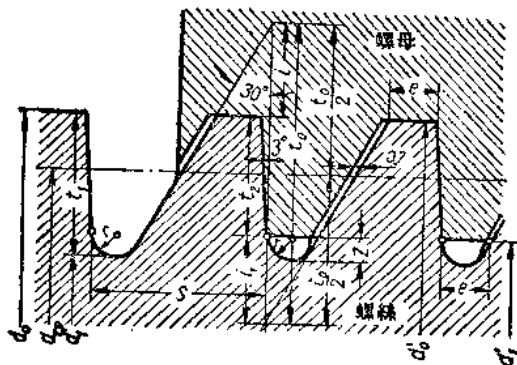


圖9 斜方螺紋牙形。

灯座和电灯泡的灯头。这些零件上的螺紋是滚压出來的。大批和大量生產时，这道工序在特殊自动机上進行，小批生產中在車床的特殊心軸上進行。

圓形螺紋的牙形（圖10），是由圓弧和在圓弧之間互成 30°

角的直線連接而成。由於應用有限，圓形螺紋沒有標準化。

圓錐螺紋的嚴密性勝過圓柱螺紋，因此，它普遍用來連接油類，汽油以及氣體管路的

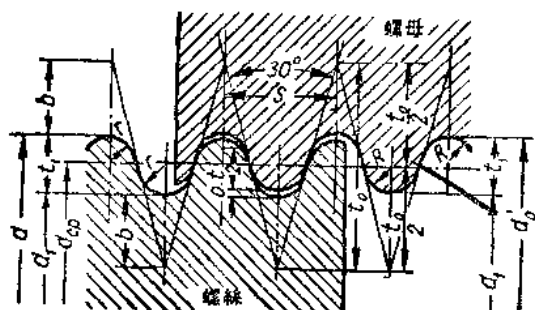


圖10 圓形螺紋的牙形。

管子和配件等等。此外，圓錐螺紋還可比圓柱螺紋傳遞較大的扭轉力矩，因此常用來連接石油鑽井旋轉鑽探用的管子。

圓錐螺紋牙形是三角形的，它分成兩類：一類牙形系對錐體中心線的垂直線對稱地配置（圖11a）；另一類系對錐體表面的垂直線對稱地配置（圖11b）。這兩種情形里的螺距都沿其錐體中心線量度。外徑、中徑和內徑各在相當的錐體表面上。螺紋的直徑在垂直於錐體中心線的截面內量度。

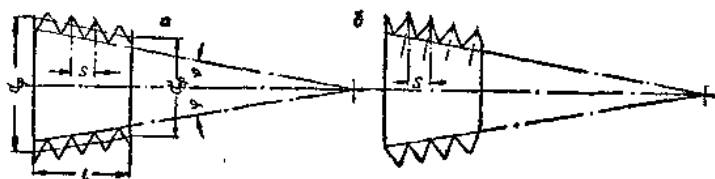


圖11 圓錐螺紋的種類：

a—牙形垂直於錐體中心線；b—牙形垂直於錐體表面。

螺紋的錐度說明直徑的變化，並用錐體表面上兩個直徑之差對這兩個直徑間的距離的比來決定，螺紋錐度 K 照下式計算：

$$K = \frac{d_{cp}'' - d_{cp}'}{l}。$$

蘇聯國家標準規定了兩種圓錐螺紋：OCT 20008-38中所規定的螺紋，其螺紋角為 55° ，牙頂和牙底均成圓角（圖12a）；而OCT 20010-38中所規定的螺紋其螺紋角為 60° ，牙頂和牙底都

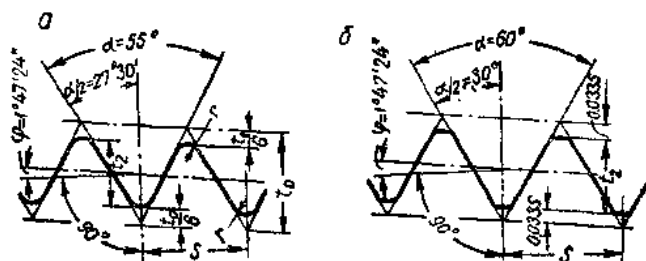


圖12 圓錐螺紋的牙形：

a —根據 OCT 20008-38; b —根據 OCT 20010-38。

是平的 (圖126)。這兩種標準的螺紋錐度都是1:16。另外還有幾種用於連接鑽管 (ГОСТ 631-41)、主動管 (ГОСТ 632-41) 和泵-壓縮機管 (Насосно-компрессорная труба) (ГОСТ 633-41) 圓錐螺紋標準。

上面所說的各類螺紋，在機器製造業中應用最廣的是公制緊固螺紋和梯形螺紋。

公制緊固螺紋

公制緊固螺紋和它們製造上的公差都有標準規定。公制緊固螺紋的牙形是等邊三角形，其螺紋角是 60° 。從三角形的底邊到頂點的牙形高度 l_0 ，沿螺紋中心線的垂直方向量度時，是螺距的 0.866 倍，即 $l_0 = 0.866 S$ 。

螺紋的理論牙形和作為牙形基礎的三角形是有所差別，那就是把三角形的銳角削去 $1/8 l_0$ ，使螺栓螺紋的實際深度 l_2 等於 0.6495 螺距。圖 13 上粗線所表示的斷面是螺栓和螺母的螺紋理論牙形。此時螺母的內徑比螺栓的螺紋內徑要大，因此，在螺母的牙頂和螺栓的牙底之間有間隙，在圖 13 上用符號 $\frac{e'}{2}$ 表示。

螺紋的實際牙形和所說的理論牙形又有所差別，就是螺栓和螺母的牙底不是平的而是做成圓角的，像圖 14 上面虛線所表示的。為了不致妨害旋入起見，螺母牙形底部的圓角無論如何不應

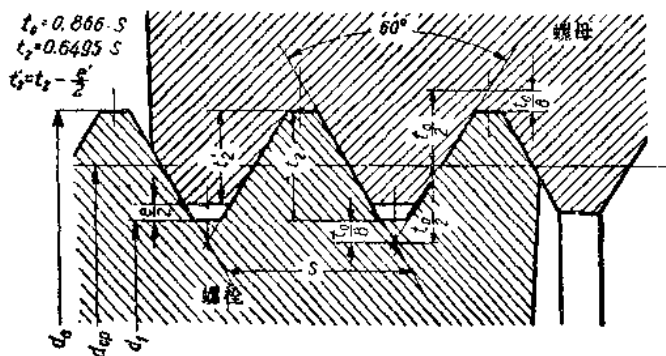


圖13 公制螺紋的牙形。

低於螺栓的螺紋外徑 d_0 ，而螺栓上螺紋牙形的底部不應超出螺母的螺紋內徑。

除了公制基本螺紋以外，標準中還有 5 組公制細螺紋，這些細螺紋和基本螺紋的差別是在某一相同直徑時，螺距較小而相應的深度也小。在某一相同外徑時，基本螺紋和細螺紋的螺距比值及這種螺紋的標號舉例均列在表 1 內。

講基本螺紋的標準內包括從 1~600 公厘範圍內的直徑。細螺紋的標準則只包括這個範圍的一部分：1 級細螺紋從 1 到 400 公厘，2 級細螺紋從 6 到 300 公厘，3 級細螺紋從 8 到 200 公厘，4 級細螺紋從 9 到 150 公厘，5 級細螺紋從 42 到 125 公厘。

公制基本螺紋和細螺紋的標準直徑和螺距列在附錄的表 1 中。公制基本螺紋和細螺紋的主要尺寸：外徑，中徑，內徑，螺距，牙形高度和間隙均列在附錄的第 2, 5, 7, 8, 9, 10 和 11 表內。這些表並不涉及所有螺紋的尺寸，而只是在 14 到 200 公厘直徑的範圍，也就是那些可以用螺紋銑切法來製造的螺紋的尺寸。

公制螺紋的製造公差如下：在圖 15 上，粗綫表示螺栓和螺母的螺紋理論牙形，下面畫斜綫的部分是螺栓的公差範圍，螺栓尺寸可以在這個範圍的界限以內變動，而上面畫斜綫的部分則為

表1 公制基本螺紋和細螺紋的螺距比值

公制螺紋	苏联通用标准	縮小系数	直徑64公厘的螺紋標号举例
基本螺紋	$\frac{OCT}{HKTH}$ 32, 94和193	1	M64×6
1級細螺紋	$\frac{OCT}{HKTH}$ 271	1.5	1M64×4
2級細螺紋	$\frac{OCT}{HKTH}$ 272	2	2M64×3
3級細螺紋	$\frac{OCT}{HKTH}$ 4120	3	3M64×2
4級細螺紋	$\frac{OCT}{HKTH}$ 4121	4	4M64×1.5
5級細螺紋	$\frac{OCT}{HKTH}$ 4122	6	5M64×1

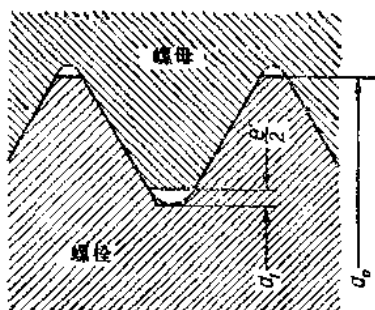


圖14 公制螺紋牙形的許可的圓角。

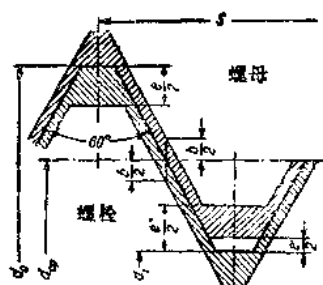


圖15 公制螺紋的制造公差位置圖。

螺母的公差範圍。螺紋制造公差的大小与螺紋的尺寸及精度等級有关。

現以3級精度的公制基本螺紋 M24×3 为例，对 它的制造公差進行研究。螺栓的外半徑（圖15）在縮小的一方可以有在限度 $\frac{c}{2}$ 以內的偏差与此相应的外徑 d_c ，就可以在限度 c 內縮小。从附錄的表2得出螺紋 M24×3 的外徑为 24 公厘，而从表4得出3級精度时它的偏差是在 0~600 公忽的範圍以內。也就是說，螺栓的螺紋外徑就可制成在 24_{-0.6} 公厘的範圍以內。